

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 02247355 A

(43) Date of publication of application: 03.10.90

(51) Int. Cl

C22C 38/00  
B21K 1/44  
B21K 1/64  
C21D 8/00  
C22C 38/22  
C22C 38/46  
F16B 35/00  
F16B 37/00

(21) Application number: 01066748

(22) Date of filing: 18.03.89

(71) Applicant: NIPPON STEEL CORP

(72) Inventor: KOMINE YOSHIO  
SAKUMOTO YOSHIFUMI  
HASEGAWA RYUZO

(54) HEAT-RESISTANT BUILDING BOLT AND NUT  
AND THEIR MANUFACTURE

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain the bolt and nut having sufficient strength in the stage of joining and having high temp. characteristics at the time of firing by subjecting a bolt stock formed from a billet contg. specified compsn. of Mn, Mo and Cr to a liquid rapid quenching from specified temp. area and reheating and tempering it.

CONSTITUTION: A billet constituted of, by weight, 0.15 to 0.30% C, 20.5% Si, 0.6 to 1.50% Mn, 0.25 to 0.50%

Mo, 0.50 to 2.00% Cr, 20.10% Al, 20.05% P, 20.05% S and the balance Fe with inevitable impurities is subjected to cold forming and thread rolling into a bolt stock. The stock is subjected to liquid rapid quenching from the temp. area of 810 to 950°C. Next, the stock is reheated to 650 to 540°C and is tempered to obtain a heat-resistant building bolt. Or, after tempered, it is subjected to surface grinding and screw cutting to obtain a heat-resistant nut. If required, optimum amounts of one or more kinds among Cu, Ni, V and W are incorporated into the above steel components.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

## ⑯ 公開特許公報 (A)

平2-247355

⑯ Int. Cl. 5

C 22 C 38/00  
B 21 K 1/44  
1/64

識別記号

301 Z

庁内整理番号

7047-4K  
7353-4E  
7353-4E※

⑯ 公開 平成2年(1990)10月3日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全12頁)

⑯ 発明の名称 建築用耐熱ボルトおよびナットとそれらの製造方法

⑯ 特願 平1-66748

⑯ 出願 平1(1989)3月18日

⑯ 発明者 小峰 善夫 東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内

⑯ 発明者 作本 好文 東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内

⑯ 発明者 長谷川 隆三 千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君津製鐵所内

⑯ 出願人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑯ 代理人 弁理士 谷山 輝雄 外4名

最終頁に続く

## 明細書

Mo 0.25~0.50%、

Cr 0.50~2.00%、

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下で、

## 1. 発明の名称

建築用耐熱ボルトおよびナットとそれらの  
製造方法

かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%、Ni

0.01~0.65%、V 0.02~0.15%、W 0.10~

0.30%のうちの1種もしくは2種を含み  
残部がFeおよび不可避不純物からなる建築  
用耐熱ボルト。

## 2. 特許請求の範囲

## 1 重量比で、

C 0.15~0.30%

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%

Mo 0.25~0.50%

Cr 0.50~2.00%

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下

残部がFeおよび不可避不純物からなる建築  
用耐熱ボルト。

## 3 重量比で、

C 0.15~0.30%

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%

Mo 0.25~0.50%

Cr 0.50~2.00%

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下

残部がFeおよび不可避不純物からなる建築

## 2 重量比で、

C 0.15~0.30%

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%

## 用耐熱ナット。

## 4 重量比で、

C 0.15~0.30%、

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%、

Mo 0.25~0.50%、

Cr 0.50~2.00%、

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下で、

かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%, Ni 0.01~0.85%, V 0.02~0.15%, W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種を含み 残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を冷間成形、ねじ転造工程によりボルト素材としたのち 810~950 ℃の温度領域から液冷急速焼入し、ついで 850~540 ℃に再加熱して焼戻すことを特徴とする建築用耐熱ボルトの製造方法。

## 5 重量比で、

C 0.15~0.30%、

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%、

Mo 0.25~0.50%、

0.01~0.85%, V 0.02~0.15%, W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種を含み 残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を冷間成形、ねじ転造工程によりボルト素材としたのち 810~950 ℃の温度領域から液冷急速焼入し、ついで 850~540 ℃に再加熱して焼戻すことを特徴とする建築用耐熱ボルトの製造方法。

## 7 重量比で、

C 0.15~0.30%、

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%、

Mo 0.25~0.50%、

Cr 0.50~2.00%、

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下

残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間成形し、ナット素材としたのち 810~950 ℃の温度領域から液冷急速焼入し、ついで 700~800 ℃に再加熱して焼戻ししたのち表

Cr 0.50~2.00%、

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下

残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を冷間成形、ねじ転造工程によりボルト素材としたのち 810~950 ℃の温度領域から液冷急速焼入し、ついで 850~540 ℃に再加熱して焼戻すことを特徴とする建築用耐熱ボルトの製造方法。

## 6 重量比で、

C 0.15~0.30%、

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%、

Mo 0.25~0.50%、

Cr 0.50~2.00%、

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下で、

かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%, Ni

で 700~800 ℃に再加熱して焼戻ししたのち 表面研磨を施し、ついで、ねじ切り加工することを特徴とする建築用耐熱ナットの製造方法。

## 8 重量比で、

C 0.15~0.30%、

Si 0.5%以下、

Mn 0.8~1.50%、

Mo 0.25~0.50%、

Cr 0.50~2.00%、

Al 0.10%以下、

P 0.05%以下、

S 0.05%以下で、

かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%, Ni 0.01~0.85%, V 0.02~0.15%, W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種を含み 残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間成形し、ナット素材としたのち 810~950 ℃の温度領域から液冷急速焼入し、ついで 700~800 ℃に再加熱して焼戻ししたのち表

面研磨を施し、ついで、ねじ切り加工することを特徴とする建築用耐熱ナットの製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は建築、土木および海洋構造物等の分野において、各種建造物に用いる建築用耐火鋼材の締結に使用する建築用耐熱ボルトおよびナットとそれらの製造方法に関する。

#### (従来の技術)

周知の通り建築、土木および海洋構造物などの分野における各種建造物用構築材として、一般構造用圧延鋼材 (JIS G 3101)、溶接構造用圧延鋼材 (JIS G 3106)、溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材 (JIS G 3114)、高耐候性圧延鋼材 (JIS G 3125) および一般構造用炭素鋼钢管 (JIS G 3444)、一般構造用角形钢管 (JIS G 3468) (以下周知鋼材と云う) などが広く利用され、これら周知鋼材の締結には、近時高力六角ボルト (F10T) (JIS B 1188)、高力トルシア形ボルト

3101) に規定される形鋼を柱材とする建造物の例では、その表面にスラグウール、ロックウール、ガラスウール、アスベストなどを基材とする吹き付け材やフェルトを張着するほか、防火モルタルで包被する方法および前記断熱材層の上に、さらに金属薄板即ちアルミニウムやステンレススチール薄板等で保護する方法など耐火被覆を入念に施し火災時における熱的損傷により該鋼材が載荷力を失うことのないようにして利用する。

そのため、鋼材費用に比し耐火被覆施工費が高額になり、建設コストが大幅に上昇することを避けることができない。

そこで、構築材として丸あるいは角鋼管を用い、冷却水が循環するように構成し、火災時における温度上昇を防止し載荷力を低下させない技術が提案され、ビルの建設コストの引き下げと利用空間の拡大が図られている。たとえば、実公昭52-16021号公報には、建築物の上部に水タンクを置き、中空鋼管からなる柱材に冷却水

(F10T) (JIS B 09) (以下單に周知ボルトと云う) などが広く用いられている。

前記周知鋼材および周知ボルトは通常高炉によって得られた溶鉄を、脱S、脱Pしたのち転炉精錬を行い、連続铸造もしくは分塊工程において鋼片とし、ついで熱間圧延加工することにより、所望の特性を備えたものとして製品化されるが、本発明における鋼片も同様な生産手段によって製造する。

さて、各種建造物のうち、特に生活に密着したビルや事務所および住居などの建造物に前記周知鋼材を用いる場合は、火災における安全性を確保するため、充分な耐火被覆を施すことが義務づけられており、建築関係諸法令では、火災時に鋼材温度が 350°C 以上にならぬよう規定している。

つまり、前記周知鋼材は、建造物に使用する場合 350°C 程度で耐力が常温時の 60 ~ 70% になり、建造物の破壊を引き起こす恐れがあるため、たとえば、一般構造用圧延鋼材 (JIS G

を供給する耐火構造建造物が開示されている。

前述のように建造物に周知鋼材を利用する場合、価格は安いが、高温特性が低いため無被覆や軽被覆で利用することができず割高な耐火被覆を施さねばならないため建設コストを高くすると共に建造物の利用空間を狭くし、経済効率を低下させると云う課題があり、一方耐火性能の向上をねらいとして、中空鋼材を用いて強制冷却する方法は、構造が複雑になるため設計、施工費に加えて設備費が嵩むことと保守整備費も高額になると云う課題がある。また、ステンレススチールに代表されるような周知の耐熱鋼材は価格が非常に高いため、高温特性は良好であるが、生産技術や施工技術面に加えて経済的な面で構築材としての利用は非常に困難である。

而して、近時建築物の高層化が進展し、設計技術の向上とその信頼性の高さから、耐火設計について見直しが行われ、昭和 62 年建築物の新耐火設計法が発表されるに至り、前述の

350℃の温度制限によることなく、鋼材の高温強度と建物に実際に加わっている荷重により耐火被覆の能力を決定できるようになり、場合によっては無被覆で鋼材を使用することも可能になった。

しかしながら、耐火性の優れた建築用鋼材として経済的価格で市場に供給できるような鋼材は現在存在しない。

そこで、本発明者等は高温特性が優れ、かつ経済的価格で市場に供給しうる耐火性の優れた鋼とその製造方法および前記鋼を加工してなる鋼材およびその製造方法ならびに耐火性能を付与した鋼材（以下耐熱鋼材と云う）を開発し、先に出願した。

而して、前記耐熱鋼材は、重量比で、C 0.04～0.15%、Si 0.6%以下、Mn 0.5～1.6%、Nb 0.005～0.04%、Mo 0.4～0.7%、Al 0.1%以下、N 0.001～0.008%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなる耐火性の優れた建築用低降伏比鋼、および重量比

が、通常それらの結合部は耐火性を持たせるため、入念な耐火被覆が施されている。

#### （発明が解決しようとする課題）

本発明者らは、火災時における鋼材強度について研究の結果、無被覆使用を目標とした場合、火災時の最高到達温度が1000℃であることから、鋼材が該温度で常温耐力の70%以上の耐力を備えるためには、やはり高価な金属元素を多量に添加せねばならず、経済性を失することを知った。

つまり、周知の鋼材とそれに加え耐火被覆を施工する費用以上に鋼材単価が高くなり、そのような鋼材は実際的に利用することができない。

そこで、さらに研究を進めた結果、前述のように800℃での高温耐力が常温時の35%以上となる鋼材が最も経済的であることをつきとめ、高価な添加元素の量を少なくし、かつ耐火被覆を薄くすることが可能で、火災荷重が小さい場合は無被覆で使用することができる前記耐火鋼材

で、C 0.04～0.15%、Si 0.6%以下、Mn 0.5～1.6%、Nb 0.005～0.04%、Mo 0.4～0.7%、Al 0.1%以下、N 0.001～0.008%に加えてTi 0.005～0.10%、Zr 0.005～0.03%、V 0.005～0.10%、Ni 0.05～0.5%、Cu 0.05～1.0%、Cr 0.05～1.0%、B 0.0003～0.002%、Ca 0.0005～0.005%、REM 0.001～0.02%のうち1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなる耐火性の優れた建築用低降伏比鋼であって、該鋼材は800℃での高温耐力が常温時の70%以上となる鋼材であり、高価な添加元素の量が少なく、かつ耐火被覆を薄くすることが可能で、さらに火災荷重が小さい場合は無被覆で使用することができる極めて経済価値の高い耐熱鋼材である。

しかし、前述の耐熱鋼材を用いて建造物を構築するにあたり、前記高力六角ボルト(F10T)(JIS B 1186)、高力トルシア形ボルト(F10T)(JSS II-09)など周知ボルトが用いられている

を開発した。

ところで、前記耐火鋼材の長所を十分に發揮させるには、常温時、高温時ともに、十分な強度を備えた結合用のボルトおよびナットが必要であり、かつ、それらボルトおよびナットは、経済的な多量生産が可能であることが望ましい。ところで、建築に際して前記耐熱鋼材を結合するボルトやナットに前述の周知ボルトを利用した場合、火災時における高温特性が低いために、軽耐火被覆や無被覆では損傷の起点となり、前記耐熱鋼材の利点を發揮することができないと云う課題がある。

その点につき、図を用いて、さらに詳細に説明する。

第2図は、横軸に温度(℃)、縦軸に耐力(kgf/mm<sup>2</sup>)をとり、母材(JIS G 3106に規定されるSH50A)の耐力(4%歪み時)および(2%歪み時)と高力ボルト(JIS B 1186に規定される2種F10Tに適合する日鐵ボルテン株式会社製高力ボルト商品名Bolten 110N(規格No.))の剪断

耐力を比較したグラフであって、500 ℃を超えるとSM50A と Boltent110N の耐力低下の著しいことが判る。

さて、そこで前述のような耐熱鋼材のみを開発しても、前記 Boltent110N を使用する限り、耐熱鋼材の効果は発揮できない。それを第2図のグラフに従って説明する。

第3図は、横軸に温度(℃)、縦軸に耐力(kgf/mm<sup>2</sup>)をとり、母材(前述の耐熱鋼材をSM50A-NFRと略称し、板厚32mm, 12mmの2種を選定する)の耐力(4%歪み時)および(2%歪み時)と高力ボルト(前述の Boltent110N)の剪断耐力を比較したグラフであって、500 ℃を超えるとSM50A-NFR に比し Boltent110N の耐力低下が著しく SM50A-NFR の効果が全く発揮できないことが判る。

本発明の目的は、該耐熱鋼材の継続にあたり十分な強度を備え、かつ火災時における高温特性が高く、前記耐熱鋼材の特性を発揮せしめ經濟的な利用を可能とする特質を備えた建築用耐

ウ. 重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%以下残部がFeおよび不可避不純物からなる建築用耐熱ナット。

エ. 重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%で、かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%、Ni 0.01~0.85%、V 0.02~0.15%、W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種を含み残部がFeおよび不可避不純物からなる建築用耐熱ナット。

オ. 重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%以下残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を冷間成形、

熱ボルトおよびナットとそれらの製造方法を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明は前述の課題を克服し、目的を達成するもので、その要旨を下記ア~ク項に示す。

ア. 重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%以下残部がFeおよび不可避不純物からなる建築用耐熱ボルト。

イ. 重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%で、かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%、Ni 0.01~0.85%、V 0.02~0.15%、W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種を含み残部がFeおよび不可避不純物からなる建築用耐熱ボルト。

ねじ転造工程によりボルト素材としたのち 810~950 ℃の温度領域から液冷急速焼入し、ついで 850~540 ℃に再加熱して焼戻すことを特徴とする建築用耐熱ボルトの製造方法。

カ. 重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%で、かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%、Ni 0.01~0.85%、V 0.02~0.15%、W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種を含み残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を冷間成形、ねじ転造工程によりボルト素材としたのち 810~950 ℃の温度領域から液冷急速焼入し、ついで 850~540 ℃に再加熱して焼戻すことを特徴とする建築用耐熱ボルトの製造方法。

キ. 重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%

%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%以下残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間成形し、ナット素材としたのち 810~950 ℃の温度鋼域から液冷急速焼入し、ついで 700~800 ℃に再加熱して焼戻ししたのち表面研磨を施し、ついで、ねじ切り加工することを特徴とする建築用耐熱ナットの製造方法。

ク、重量比で、C 0.15~0.30%、Si 0.5%以下、Mn 0.8~1.50%、Mo 0.25~0.50%、Cr 0.50~2.00%、Al 0.10%以下、P 0.05%以下、S 0.05%で、かつ、それに加えてCu 0.20~0.55%、Ni 0.01~0.65%、V 0.02~0.15%、W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種を含み残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼片を熱間成形し、ナット素材としたのち 810~950 ℃の温度鋼域から液冷急速焼入し、ついで 700~800 ℃に再加熱して焼戻ししたのち表面研磨を施し、ついで、ねじ切り加工することを特

ぎると加工性が著しく悪くなつて、経済性を失うので、Mn量の上下限は0.8%~1.50%に限定される。

また、Moは0.25%未満では本発明の目的とする高温強度が発現せず、0.50%を超えると加工性に問題が生じて良好な製品が得られないのでは、Mo量は0.25%~0.50%とする。

さらに、Crについては、強度と焼き入れ性を良くするために必要な元素であるが、0.50%未満では効果が薄い、しかし2.0%をこえると、加工に際して、割れが発生し易いなど難点が出る。

従つて、Cr量は0.50%~2.0%に限定する。

また、Alは一般に圧延上鋼に含まれる元素であるが、Siによっても脱酸は行なわれるので、本発明ではAlについて下限は限定しない。しかしAl量が多くなると鋼の清浄度が悪くなり、品質が劣化するので上限を0.1%とした。

なお、本発明では、不純物として少量のPお

よびSとする建築用耐熱ナットの製造方法。

(作用)

本発明は、高温時の特性のみならず、常温時の特性も JSSH 09構造用トルシア形高力ボルトル・六角ナットに定められた特性を満足する建築用耐熱ボルトおよびナットを提供するものであり、そのための必須の成分元素と添加量について説明する。

Cは、強度確保のために必要な元素であるが、0.15%以下では強度に不安が生じ、0.30%を超えると加工性が悪くなつて品質的に問題がある。従つてC量の上下限が0.15%~0.30%となる。

つぎに、Siは脱酸に必要な元素であるが、Siが多くなると酸化物による品質欠陥の恐れがあるため、その上限を0.5%とすることが望ましい。

さらに、Mnは強度、韌性を確保する上で不可欠の元素であり、0.8%未満では、本発明の目的とする強度が得られない。しかしMn量が多す

よびSを含有することは差し支え無い。

つまり、PおよびS量をたとえ0.01%~0.001%程度に少なくするには、精錬費用が著しく高騰し経済的でない。即ちP、Sは高温強度に与える影響が小さいので、その量について0.05%以下であれば本発明の場合問題がないので、PおよびS量については、それぞれ0.05%以下とする。

また、前述の基本的成分に加えて、選択的に添加する元素としてCu 0.20~0.55%、Ni 0.01~0.65%、V 0.02~0.15%、W 0.10~0.30%のうちの1種もしくは2種以上を添加するが、まずCuは耐候性を高め、材料の寿命を延長する効果があるものの0.20%以下では添加の効果が薄く、0.55%を超えると塑性加工に際して赤熱脆性が生じて加工が困難になる。

つぎに、Niは強度と耐候性向上のため添加するが、0.01%以下では添加効果が低く、0.65%を超えると冷間塑性加工性が低下して経済的にも、品質的にも望ましく無い。しかしCuを添加

する場合はCuによる赤熱脆性を防止する効果があるので、CuとNiは同時添加が望ましい。

さらに、Vは結晶粒の粗大化を防止するとともに、耐候性を高める効果があるが、0.02%以下では効果が薄く、また、0.15%を超えると目的に対して経済性が無くなる。

Wは高温における耐力の向上に効果的で、また耐候性を高めるが0.10%以下では効果が薄く、0.30%を超えると冷間加工性が悪くなり経済性を失する。

以上説明したとおり、本発明では選択的に添加する元素としてCu、Ni、V、Wを用い、経済性を考慮してそれぞれの1種もしくは2種以上を適宜に添加するが、いずれも高値な元素であるため、本発明の目的とする特性を満足する限度において、少量の添加が望ましい。

さて、本発明鋼(ボルト用)の基本的成分は前述のとおりで、本発明の目的を達成できることを下記第1表に示す比較鋼との対比に従って説明する。

第1表に示す比較鋼は、Moを含有していないため、800°Cにおける高温度領域において、本発明鋼の耐力(kgf/mm<sup>2</sup>)が35.8前後の値を有するのに比して14.0程度と低く、さらに、同様に800°Cにおける高温度領域において、本発明鋼が引張強さ(kgf/mm<sup>2</sup>)49.8前後であり、伸び(%)も2.7程度の値を有するのに対して、比較鋼のそれは29.3および5.8前後の値を示し、本発明鋼が高温度領域で十分な強度を備えているのに対して、周知のボルトに用いられている比較鋼は高温度での強度が低く、本発明のような用途には全く利用することができない。

さらに、本発明鋼(ナット用)について、その基本的成分を下記第2表に示す比較鋼との対比に従って説明する。

(wt%)									
坩 埚	十 六 B	十 六 M	十 六 W	十 六 M15	十 六 M22	十 六 M16	十 六 M15	十 六 M22	十 六 M21
C	0.22	0.25	0.35	1.04	0.050	0.018	0.018	0.016	0.0022
Si									
Mn									
Mo									
Cr									
Al									
P									
S									
Ni									
V									
W									

(wt%)									
坩 埚	十 六 B	十 六 M	十 六 W	十 六 M15	十 六 M22	十 六 M16	十 六 M15	十 六 M22	十 六 M21
C	0.21	0.24	0.37	1.02	0.018	0.018	0.018	0.018	0.020
Si									
Mn									
Mo									
Cr									
Al									
P									
S									
Ni									
V									
W									

前記第2表に示す比較鋼の高温領域における機械的特性も、第1表の場合と同様に本発明鋼に比して、著しく低く本発明のような用途には利用することができないことが判明した。

さて、本発明の建築用耐熱ボルトおよびナットは、前述の特性を有するので、前記耐熱鋼材SM50A-NFRの利用と相俟って相乗効果を十分に發揮することが可能である。

それを、以下図面に従って説明する。

第1図は、横軸に温度(℃)、縦軸に耐力(kgf/mm<sup>2</sup>)をとり、母材(前述の耐熱鋼材をSM50A-NFRと略称し、板厚32mm, 12mmの2種を選定する)の耐力(4%歪み時)および(2%歪み時)と本発明にかかる高力ボルト(Bolten110N-FRと略称する)の剪断耐力(第1図～第3図のグラフでは設計時の母材許容応力度/高力ボルト許容剪断応力度【摩擦接合】を考慮した値とし1.48倍して表示している)を比較したグラフであって、常温時は勿論のこと500℃を超える700℃までSM50A-NFRとBolten110N-FRの

耐力は著しく高く、SM50A-NFRとBolten110N-FRの相乗効果により目的の1つとする耐熱鋼骨構造物が具現化できることは明白である。

第3表に前記高力ボルトBolten110N-FRとBolten110Nにつき剪断強度(kgf/mm<sup>2</sup>)を温度別に表示した。

第3表

温度	高力ボルトの剪断強度(kgf/mm <sup>2</sup> )			
	Bolten110N-FR		Bolten110N	
	Ts / $\sqrt{3}$	1.48 × Ts / $\sqrt{3}$	Ts / $\sqrt{3}$	1.48 × Ts / $\sqrt{3}$
20	84.55	94.24	82.60	91.40
300	81.89	90.38	59.31	68.59
400	58.41	82.38	50.58	73.85
500	48.21	70.39	31.58	48.08
600	27.77	40.54	16.88	24.64
650	17.78	25.98	11.50	16.79
700	11.09	16.18	7.69	11.23

また、第4表、第5表にSM50A-NFR(32mm)、(12mm)とSM50A(32mm)の母材耐力(kgf/mm<sup>2</sup>)を示す。

第5表

温度	母材耐力(kgf/mm <sup>2</sup> )		
	SM50A(32mm)		
	ε = 2%	ε = 3%	ε = 4%
20	39.08	41.00	43.55
300	36.45	40.30	43.35
400	33.00	38.95	39.60
500	25.00	26.75	27.90
600	12.90	13.45	13.75
650	10.10	10.50	10.65
700	5.35	5.45	5.50

前記第1図～第3図および第3表～第5表から明らかなように、耐熱鋼材SM50A-NFRとBolten110Nとの組み合わせでは、高温領域においてボルトが切断し、SM50AとBolten110Nとの組み合わせでは、母材が高温に耐え切れず、SM50A-NFRとBolten110N-FRの組み合わせのみが、建築物の耐火性能を保証する。

つぎに、本発明にかかる建築用耐熱ボルト

第4表

温度	母材耐力(kgf/mm <sup>2</sup> )					
	SM50A-NFR(32mm)			SM50A-NFR(12mm)		
℃	ε = 2%	ε = 3%	ε = 4%	ε = 2%	ε = 3%	ε = 4%
20	48.31	50.18	53.88	45.78	48.52	51.05
300	48.38	52.21	55.74	46.15	49.78	53.28
400	48.48	50.57	54.33	42.71	45.74	48.87
500	41.47	44.73	47.80	39.30	41.25	42.93
600	30.29	31.50	32.85	28.92	29.59	30.38
650	21.34	22.08	22.78	20.86	21.44	22.40
700	13.83	14.29	14.52	14.38	14.77	15.18

Bolten110N-FR とナットの製造方法について、説明する。

さて、本発明においても、周知ボルトの製造方法と同様に、本発明の目的に適合した成分組成を有する耐熱鋼材を冷間成形したのち、ねじ転造工程によりボルト素材とし、ついで変態点以上の高温域に加熱し、急速焼入したあと、焼き戻す方法を採用するが、本発明では水もしくは油冷（液冷と略称する）において焼入開始温度を 810～950 ℃に限定するものであり、その理由は目的とする機械的特性即ち硬さ及び強度を付与するためで、810℃未満では準安定相が得られず、950℃を超えると塑性及び粘性において不安が生ずるためである。

また、前記焼入後 850～950 ℃に再加熱して焼き戻す手段を採用するのは、焼入によって生じた準安定相を安定相に変化させ、変形や割れの発生を防ぎ、目的とする強靭性を付与するためで、850℃を超える温度では割れ発生の懸念があり、540℃未満では強靭性に欠ける恐れがある。

#### (実施例)

つぎに、本発明にかかる熱処理と機械的特性を、比較例と対比して下記第6表、第7表（常温特性）に示す。

なお、試験片はJISZ2201に規定する4号試験片を用い、製品の引張試験における引張強さは、引張荷重をねじの有効断面積で除した値である。

第 6 表

種別	熱処理	ボルト		ナット		寸法
		温度℃	冷却条件	温度℃	冷却条件	
本発明例	焼入	880	水冷	860	水冷	M16
	焼戻	540	水冷	640	水冷	M22
比較例	焼入	880	水冷	860	水冷	M16
	焼戻	430	水冷	580	空冷	M22

多いためである。

つぎに、本発明に関する耐熱ナットの製造方法であるが、本発明においても、周知ナットの製造方法と同様に、本発明の目的に適合した成分組成を有する耐熱鋼材を熱間成形したのち、変態点以上の高温域に加熱し、急速焼入したあと、焼き戻しを行い、さらに表面研磨を施し、ついで機械的な方法でねじ切りを行う方法を採用するが、本発明では液冷において焼入開始温度を 810～950 ℃に限定するものであり、その理由は耐熱ボルトと同様目的とする機械的特性即ち硬さ及び強度を付与するためで、810℃未満では準安定相が得られず、950℃を超えると塑性及び粘性において不安が生ずるためである。

また、焼戻温度を 700～800 ℃に限定する理由は、700℃を超える温度では硬度が高くなりすぎて、割れ発生の懸念があり、600℃未満では強靭性と粘りに欠ける製品となる恐れが多いためである。

第 7 表

種別	寸法	試験片の引張試験				製品の引張試験		硬さ HRC
		耐力 kgf/mm <sup>2</sup>	引張強さ kgf/mm <sup>2</sup>	伸び %	絞り %	引張荷重 kgf	引張強さ kgf/mm <sup>2</sup>	
本発明例	M16	111	115	19	65	17700	113	35
	M22	109	115	18	62	33700	111	35
比較例	M16	106	113	18	69	17200	110	33
	M22	105	112	18	68	32900	109	33

なお、第6表、第7表における鋼種は第1表に記載した鋼と同一のものである。

さらに、第8表においてボルトの高温時(600℃)の機械的特性比較を示す。

第 8 表

種別	耐力 kgf/mm <sup>2</sup>	引張強さ kgf/mm <sup>2</sup>	伸び %
本発明例	35.8	49.8	27
比較例	14.4	29.3	58

また、第9表に本発明にかかるナットと比較例ナットの高温時(800°C)における機械的特性比較を示す。

第 9 表

種別	寸法	かたさ HRC	保証荷重
本発明例	M16	27	異常なし
	M22	28	〃
比較例	M16	25	〃
	M22	27	〃

第7表～第9表から明らかなように、本発明にかかる耐熱ボルトおよびナットは高温時の特性が良好であるのみならず、常温時の特性も優れており、建築用として、優れた特質を備えている。

即ち、周知の高力六角ボルト(F10T)(JIS B 1181)や高力トルシヤ形ボルト(F10T)(JSS II-88)と同様に利用できるほか前述のとおり、該周知ボルトに無い高温時耐力を備えており、しかも製造方法も経済的で周知ボルトに比

しコストは高くならない利点を有する。

さて、つぎに本発明における実施例鋼種を第10表に、また第11表に各温度域における機械的特性(0.2%歪)の例を示す。

第 10 表

(wt%)											
	W	V	Cr	P	S	Si	Al	Mo	Mn	C	例
1	-	-	0.04	0.10	-	0.11	-	0.03	0.14	0.14	-
2	-	-	0.17	0.02	0.01	0.01	0.44	0.03	0.45	-	-
3	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01	0.11	0.01	-
4	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
5	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
6	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
7	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
8	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
9	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
10	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-

ただし第10表の強度はF<sub>e</sub>である。

第 11 表

温度 °C	番号	Bolten10N-FR			Bolten10N		
		降伏強度 kgf/mm <sup>2</sup>	引張強度 kgf/mm <sup>2</sup>	弾性係数 kgf/mm <sup>3</sup>	降伏強度 kgf/mm <sup>2</sup>	引張強度 kgf/mm <sup>2</sup>	弾性係数 kgf/mm <sup>3</sup>
20	1	105.0	111.6	20,124.6	98.7	107.5	20,900
	2	103.1	110.2	20,053.6	98.9	107.5	
	3	105.8	113.5	20,359.2	99.0	109.2	
250	1				88.4		19,300
	2	89.8	108.4	16,141.6	85.5	106.4	17,900
	3	88.5	107.9	16,441.7	85.9	102.6	
350	1				77.2		16,000
	2	82.0	95.6	18,381.6	74.7	95.6	16,000
	3	83.6	99.7		74.9	97.9	
450					72.8	97.2	
					69.1		15,600

## (発明の効果)

本発明の建築用耐熱ボルトおよびナットは、前述のように高温特性が非常に優れており、また常温特性も極めて良好であるため、耐熱鋼材を素材とする各種形鋼および管材や棒鋼などの鋼鉄建築材の耐火性能を補完し、その利点を十分に發揮させることが可能である。

また、製造方法も経済的で、従来法に比して、格別のコスト高にならないため、実用効果が著しく高い。

## 4. 図面の簡単な説明

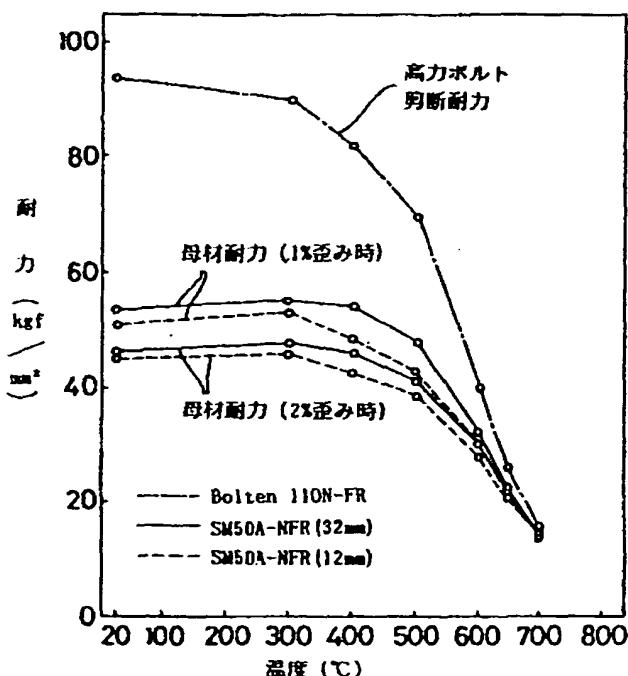
第1図は耐熱鋼材からなる母材の耐力と本発明にかかる高力ボルトの剪断耐力を比較した、第2図は従来鋼を素材とする母材の耐力と高力ボルトの剪断耐力を比較したグラフ、第3図は耐熱鋼材からなる母材の耐力と高力ボルトの剪断耐力を比較したグラフである。

	1	73.3	84.5	18,149.1	41.4	84.5	13,900
500	2	71.4	82.4	18,050.3	39.5	53.8	
	3				38.5	55.4	
	1	55.7	69.0	14,176.6			
550	2	59.4	70.5	14,687.3			
	1	34.8		12,804.3	13.7	25.8	
600	2	36.4	49.0	12,673.7	13.8	26.9	
	3	38.4	47.2	11,864.1			
	1	19.7	30.4	9,445.8	8.4	19.9	
650	2	20.1	30.8	8,684.5	8.3	19.3	
	1	18.7	17.9	5,997.5	5.3	13.4	
700	2	10.2	19.2	7,585.3	5.2	19.2	
	1	5.1	8.2	4,438.2	3.5	7.8	
800	2	5.1	8.4	5,090.3	3.5	8.0	

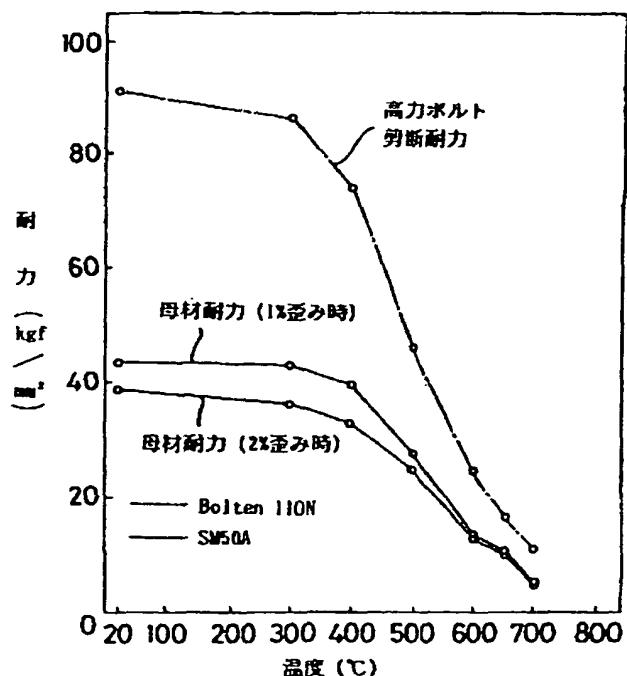
前記第11表における材質は、第10表の例2のものを用いた。

代理人 谷山輝  
監修人  
他4名

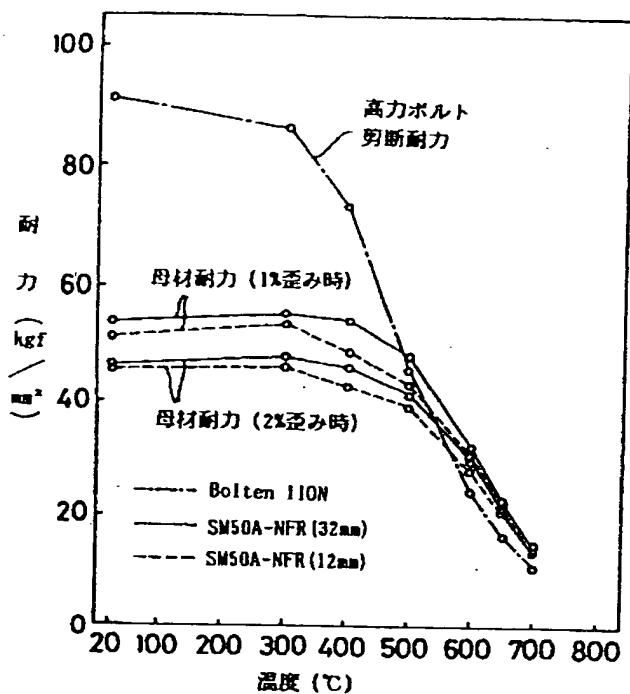
第1図



第2図



第 3 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl. 5	識別記号	府内整理番号
C 21 D 8/00	A	7371-4K
C 22 C 38/22		
F 16 B 35/00	J	6916-3 J
38/46		
37/00	C	6916-3 J